干旱区地理
ARID LAND GEOGRAPHY

doi:10.12118/j.issn.1000-6060.2018.06.21

近 40 a 新疆土地利用及其绿洲动态变化[①]

贺　可[1,2]，　吴世新[1]，　杨　怡[1,2]，　王　丹[1,2]，　张寿雨[1,2]，　尹　楠[1]
（1　中国科学院新疆生态与地理研究所，新疆　乌鲁木齐　830011；　2　中国科学院大学，北京　100049）

摘　要： 利用 1972—2015 年 Landsat MSS/TM/OLI 以及 CBERS 遥感影像数据，得到近 40 a 新疆土地利用时空数据，综合分析新疆土地利用及其绿洲的动态变化与动因。结果表明：新疆土地不断开垦、耕地面积不断扩大，已达到了相当的数量规模；土地的开垦与撂荒成为新疆乃至我国西北干旱地区土地利用变化最重要的特征，耕地撂荒与土地开垦的比率逐期下降，土地利用效率不断提高；城镇居民建设用地持续扩大；近 40 a 里，绿洲面积逐步扩大，面积占比由 8.18% 上升到 9.93%；人工绿洲面积及占比也逐步增大，目前一半以上的绿洲面积为人工绿洲。气候的暖湿变化，以及政策、人口、社会经济、科技等要素成为新疆土地利用变化的动因。本文还提出了在关注土地数量变化的同时进一步开展土地开发的质量变化与评估研究。

关　键　词： 土地利用；绿洲；动态变化；新疆
中图分类号： TP79　　**文献标识码：** A　　**文章编号**

土地利用是人类对土地这一自然经济综合体利用及其改造、影响的过程，土地利用的变化体现着自然与人类的相互作用[1]。人类活动—自然环境耦合系统为核心的土地利用动态过程逐渐成为研究的焦点[2-3]。我国西北内陆干旱地区，人类活动与自然环境由于长期处于缺水环境下，形成了独具特色的土地利用格局[4]。新疆地处西北干旱区，也是亚洲中部干旱区的重要组成部分。新中国成立以来，新疆土地开发取得了巨大成绩[5]，其土地开垦与撂荒成为中国现代重要的土地利用变化特征。特别是 20 世纪 90 年代西部大开发以来，土地开垦越演越烈，使得中国新增耕地重心向西北移动[6]。在这种土地开垦状况下，一些学者对西北干旱区耕地资源利用[7]及其价值进行了研究[8-9]，但就新疆土地利用时空变化特征的研究仍然不够具体全面。而绿洲作为干旱区内部的地域分异产物，是内陆干旱区三大地理系统山地、荒漠、绿洲之一，也是干旱区最为精华的部分。绿洲面积相对较小却承担着干旱区主人类及社会经济的活动，其动态变化影响着干旱区资源环境及社会经济相互协调关系。因此，本研究利用长时间序列的土地利用时空数据，研究新疆土地利用及其绿洲的动态变化，对于客观准确掌握土地资源的质量数量及其动态变化、评估产生的生态环境效应等，具有十分重要的意义和必要性。

1　数据与方法

研究数据主要包括：20 世纪 70 年代至 2015 年遥感影像（表 1）。在 ArcGIS 软件支持下完成投影转换、几何精校正等数据处理。采用遥感图像处理、土地利用动态监测与数据更新、野外实地核查、数据质量控制方案等[10]。根据中国科学院土地利用的分类包括了耕地、林地、草地、水域、城乡及工矿和居民点用地、未利用土地等 6 大类；建立了新疆土地利用遥感解译标志，采用了无纸化、全数字人机交互式快速提取方法。从而形成了新疆地区 20 世纪 70 年代中期到 2015 年 6 个时期近 40 a 来的土地利用及其动态变化数据库，根据外业定点核查及项目组随机抽样精度验证，土地利用一级和二级类型分类综合精度均在 90% 以上，满足 1∶10 万比例尺精度。

考虑到干旱区自然环境特点，利用多重时空数据范围界定和绿洲范围界定方法[11-13]，将土地利用分类系统中的各类耕地、各类林地、中高覆盖度草

① **收稿日期：** 2018-07-08；　**修订日期：** 2018-09-28
基金项目： 国家科技基础资源调查专项课题："中国沙漠景观制图与数据库建设"（2017FY101004）
作者简介： 贺可（1993-），女，硕士研究生，研究方向为遥感应用. E-mail：heke_ke@163.com
通讯作者： 吴世新. E-mail：wushixin@ms.xjb.ac.cn

表 1　遥感影像信息

Tab.1　Remote sensing images used in the study

年份	遥感影像数据	采集时间	空间分辨率 / m
1970s	MSS	1972—1978 年	79
1990s	TM	80 年代末期	30
2000	TM、CBERS	90 年代末期	30、19.5
2005	TM、CBERS	2005 年	30、19.5
2010	TM、CBERS	2010 年	30、19.5
2015	OLI	2015 年	30

地、各类水域(除冰川和永久积雪地)及沼泽地、城乡工矿居民用地等土地利用类型作为绿洲的范畴,并将其中的各类耕地、其他林地(主要为各类园地)、水库、城乡工矿居民用地划为人工绿洲部分,将其余的划为天然绿洲部分。

2　新疆土地利用的动态变化

2.1　新疆土地利用变化的基本特征

20 世纪 70 年代至 2015 年,随着中国的改革开放,新疆的土地利用发生着很大的变化,这也是中华人民共和国成立以来新疆土地开发的又一个快速发展变化时期。新疆 6 大地类相互消长,彼此变化剧烈,表现在:耕地面积的持续增加;林地面积总体有所下降;草地类型持续大面积减少;水域面积总体呈波动上升态势;城乡、工矿、居民用地面积持续大幅度增加;未利用土地面积呈波动减少态势(图 1)。

近 40 a 里,耕地面积增长了 315.34 × 10^4 hm^2,增幅达 54.29%。5 个时段的耕地面积增长分别为 5.22 × 10^4 hm^2、65.09 × 10^4 hm^2、96.24 × 10^4 hm^2、56.88 × 10^4 hm^2、91.91 × 10^4 hm^2,期间耕地有开垦有撂荒,耕地总量不断扩大。这一时期是新疆耕地面积急剧扩张的时期之一,也是提高单产与扩大耕地面积相结合的时期。由于科技水平等显著提升,农田节水灌溉技术广泛推广应用,打井灌溉现象普遍,并风靡一段时期,诸多天然绿洲被开垦为耕地。

基于新疆各时间段土地利用动态数据库,可得各时段开垦的耕地来源(表 2)。近 40 a 间,新疆耕地的增加大多来自于对各类草地的开垦,除城乡、工矿、居民用地外其他一级地类均有不同程度的开垦。草地的开垦比例在逐步下降,未利用土地的开垦比例则有快速增加的趋势。从耕地开垦的分布来看,

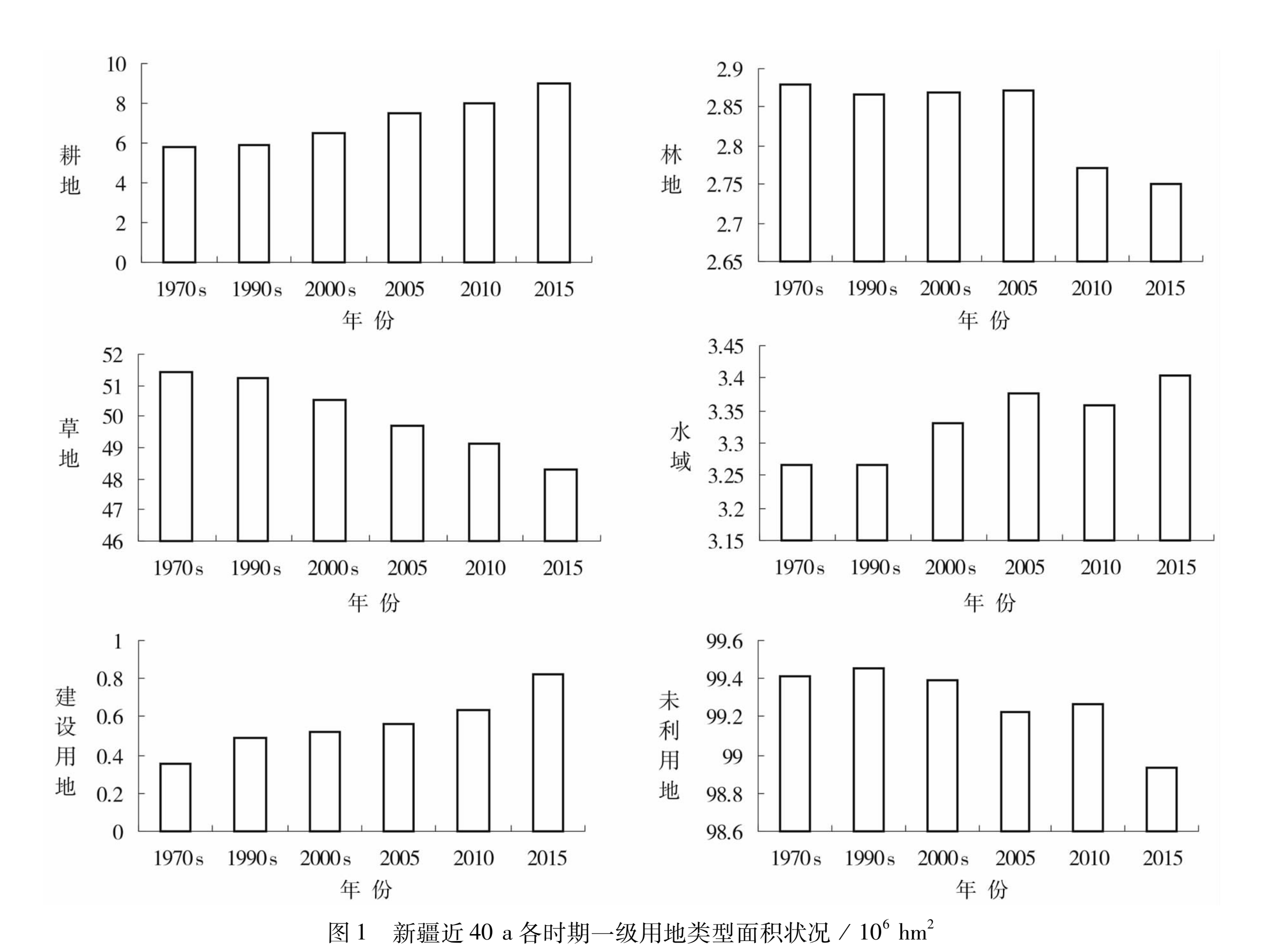


图 1　新疆近 40 a 各时期一级用地类型面积状况 / 10^6 hm^2

Fig. 1　Area status of the first grade land type in Xinjiang in recent 40 years / 10^6 hm^2

表 2　新疆近 40 年各时段耕地开垦来源 / %

Tab. 2　Percentage of cultivated land reclamation in Xinjiang during the last 40 years / %

来源地类	1970s—1990s	1990s—2000 年	2000—2005 年	2005—2010 年	2010—2015 年
林地	1.18	1.03	0.34	0.66	2.56
草地	94.63	92.18	90.81	87.25	77.76
水域	0.13	0.11	0.38	0.42	0.34
未利用土地	4.06	6.68	8.48	11.68	19.34
总计	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

由 90 年代之前的伊犁地区、巴音郭楞蒙古自治州;到 90 年代的天山北坡、南疆塔里木河流域、额尔齐斯河流域;到 21 世纪初的阿克苏河流域、玛纳斯河流域、塔城盆地;再到近年来南疆各地的普遍开荒,整个开垦的热点已遍布了全疆各地。

林地总面积前后期减少了 12.85×10^4 hm^2,幅度为 4.46%。体现在前后 3 个时段的面积减少与中间 2 个时段面积的增加。总的来看,面积的减少来自于疏林地和灌木林地面积的减少,而有林地和其他林地(主要为各类园地)的面积是有所增加的。后 2 个时段林地面积的减少,大多是各类林地开垦成为耕地所致,主要分布于南疆塔里木河流域。

草地总面积减少了 314.86×10^4 hm^2,幅度为 6.12%。其 5 个时段分别减少为 21.73×10^4 hm^2、67.92×10^4 hm^2、88.46×10^4 hm^2、57.06×10^4 hm^2、79.68×10^4 hm^2,总体上均呈持续性减少态势。各类草地面积均有减少,其中草地面积减少总量的 77.34%,主要为低覆盖度草地。

水域面积总的增加了 13.76×10^4 hm^2,幅度为 4.21%。期间各个时段的面积对比有减有增,呈现波动。由二级地类年际面积对比可知:水库、湖泊、冰川和永久积雪地面积的扩大,特别是水库和湖泊面积的扩大;滩地、河渠的面积有所减少。水库面积的扩大分布于各地,湖泊面积的扩大主要分布于东南部的山区高原部分。

城乡、工矿、居民用地面积增加了 47.09×10^4 hm^2,幅度达 133.87%,是一级地类中增幅最大的,其中前后 2 个时间段的面积增加最大增幅更加明显。这类土地中工交建设用地和城镇用地增加最为明显,而农村居民点用地增幅较少。与 70 年代相比,2015 年城镇用地、农村居民点用地、工交建设用地的增幅分别为 245.13%、35.29%、1210.94%,特别是近 10 a 来增幅加快。在大规模城镇建设发展的过程中,工交建设用地(特别是工矿用地)面积的

表 3　新疆近 40 a 各时段城乡、工矿、居民用地来源 / %

Tab. 3　Percentage of urban and rural, industrial, mining and residential land in Xinjiang during the last 40 years / %

来源地类	1970s—1990s	1990s—2000 年	2000—2005 年	2005—2010 年	2010—2015 年
耕地	36.52	30.08	23.08	6.68	31.76
林地	0.57	0.04	0.14	0.00	0.46
草地	42.99	49.75	40.88	22.19	29.73
水域	1.31	0.68	0.07	0.30	0.33
未利用土地	18.61	19.46	35.84	70.84	37.73
总计	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

大幅增加和快速发展是新疆近年来土地利用变化的又一特点,反映了各类资源开发利用对土地利用的影响。从各时段城乡、工矿、居民用地的来源来看(表 3),主要集中于草地、耕地和未利用土地类的占用开发,耕地的占用仍然是此类面积扩展的重要来源,近年来未利用土地的占用有增长的趋势。

未利用土地面积总的减少了 48.48×10^4 hm^2,减幅为 0.49%,其中一半以上是沙地面积的减少,其次是裸土地、裸岩石砾地和戈壁,而盐碱地和沼泽地面积略有增加。

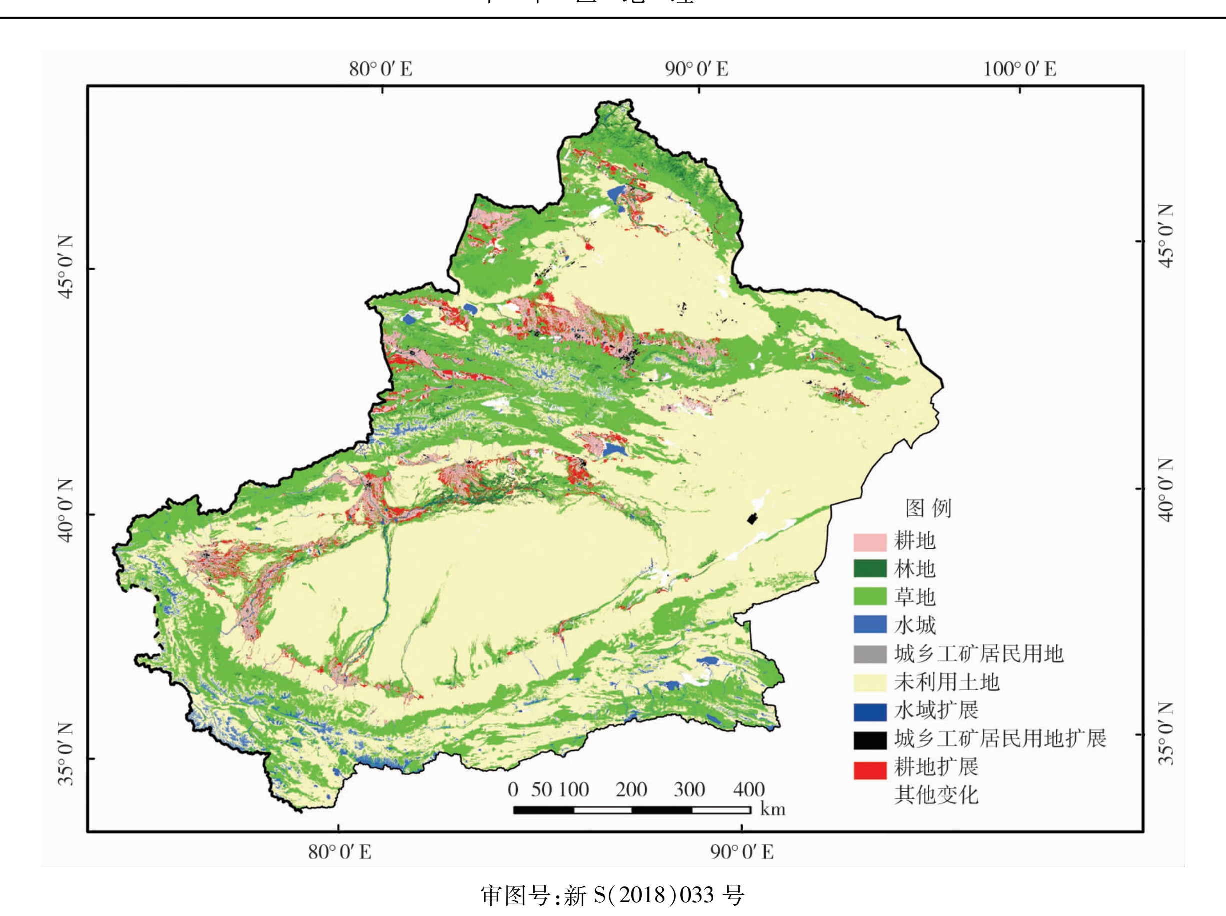
2.2　新疆土地利用变化的区域特点

天山南北冲洪积平原区,特别是人类活动的农耕—城镇区域是土地利用变化最为活跃的区域,山地—高原—荒漠腹地动态变化及图斑数相对较少,成为稳定少动的区域(图 2)。各大活跃区中,最为显著的就是原农区之间及周边填缝式、外延式的耕地扩展。耕地的扩展遍布全疆各地,并出现了多处新垦农灌区。新疆县级以上城镇均呈现了外延式的扩张,扩张程度均较为显著。

阿勒泰地区为城镇、水域、耕地大规模扩展的地区,其城乡、工矿、居民用地面积成倍扩张,成为全疆各地此类面积扩张率最大的区域之一;水域面积扩张显著,扩张规模及扩张率方面均居各地首位;耕地面积扩大规模方面虽不是全疆最大,但其扩大比率却是最高。

天山北坡及准噶尔西部地区,自哈密伊吾至博州温泉一线,包括了克拉玛依及和布克赛尔。是全疆城乡、工矿、居民用地面积增加最大的区域;也是全疆耕地面积增长量第二大的区域,达到了全疆耕地面积增加总量的 26.39%。面积增加主要是在乌鲁木齐—克拉玛依、博州地区。

吐鲁番—鄯善—托克逊及哈密盆地是全疆城



审图号:新 S(2018)033 号

图 2　新疆 1970s—2015 年土地利用及其动态变化

Fig. 2　Land use and dynamic change map in Xinjiang during the last 40 years

乡、工矿、居民用地增加幅度最大的区域,主要源自工交建设用地的大规模的增加。

天山以南巴州北部及喀什地区,即塔里木盆地西部—北缘、塔里木河干流及以北区域,是全疆耕地面积增加最大的区域,达到了全疆耕地面积增加总量的 43.81%。耕地扩张主要分布于博斯腾湖北岸、库尔勒—尉犁、阿克苏—阿拉尔及塔里木河干流等地。该区域又是全疆城乡、工矿、居民用地面积增加第二大的区域,库尔勒、库车、阿克苏、喀什等城市扩展明显。

塔里木盆地南部区域包括巴州南部及和田地区,其水域面积变化总量较大,主要源于水库和湖泊面积的大幅增加,特别是高原地区天然湖泊面积的增加,其他二级地类变化幅度较小。

2.3　新疆土地开垦的状况分析

近 40 a 来,新疆的土地持续开垦利用,一级地类中耕地和草地变化最大,均超过了 300×10^4 hm^2,5 个时段也都表现为耕地面积的持续扩大。这与中国东部、南部的土地利用变化特征明显不同,存在着区域差异,土地的不断开垦与耕地面积在数量上的不断扩张是这一地区的明显特点。新疆地区耕地开垦扩大与撂荒弃耕并存状况普遍存在,绝大部分地区也成为近年来中国土地利用变化区划中“西北农田开垦与撂荒交错区”的重要组成部分,农田的开垦与撂荒成为新疆地区土地利用变化的显著时空特征[14]。

从各时段耕地开垦与撂荒状况看,每个时段两种现象并存。新世纪以前撂荒弃耕现象较为严重,特别是 20 世纪 90 年代以前,开垦与撂荒之比可达 1.13∶1;2010 年前各时段的开垦撂荒比逐步加大,表明这一期间土地开垦的力度很强,撂荒现象大幅减少;近 5a 来开垦总量依然不减,撂荒现象有所增加(表 4)。开垦撂荒比从逐步上升到开始出现了下降,近期的撂荒弃耕地多变成了各类草地。目前,耕地的开垦已到一定的规模,未来应进行耕地结构的调整及质量的提高,出现这种变化是否意味着土地利用转变的开始有待进一步地观察。

新疆耕地的来源地类多样,除城乡、工矿、居民用地等,其他大多数的地类均有不同程度的开垦(表 4)。以往的沙漠、戈壁、盐碱地等未利用土地类

表 4　新疆近 40 a 各时段耕地开垦与撂荒状况表

Tab. 4　Situation of abandoned land reclamation in Xinjiang during the last 40 years

时段	开垦面积 / hm²	撂荒面积 / hm²	开垦撂荒比 / a/b
1970s—1990 年	929.86	821.84	1.13
1990—2000 年	800.39	62.61	12.78
2000—2005 年	997.03	15.08	66.12
2005—2010 年	600.37	6.03	99.59
2010—2015 年	1 054.04	76.00	13.87

型，作为后备耕地或宜农荒地的评价因素及分级指标都是比较差的，传统上不宜于开垦成为耕地。然而近些年来，随着农业科技的进步，特别是滴灌、摸下灌溉技术的推广，以及打井灌溉兴起，大片的沙漠、戈壁、盐碱地被开垦为农田耕地或果园，而且这种未利用土地类型开垦为耕地的比例还有逐年增加的趋势。这种扩张已经超出了对传统天然绿洲的开垦，也反映了干旱区土地开垦模式在发生着变化，其最大的动因就是经济利益。

长期以来，有关后备耕地或宜农荒地资源研究与计算很多，其评价因素及分级指标也很多，基本上包括：生态条件、温度条件、降水和灌溉条件、土壤污染状况、排水条件、土层厚度、地形坡度、盐渍化程度、土壤质地、土壤 pH 值、耕作便利程度等因素。

由于采用了不同的控制因子条件，以往新疆宜农后备土地资源的质量、数量的调查研究结果差异较大。1949 年以来，各部门对新疆的后备耕地进行过多次调查，其中适宜开发的宜农后备土地资源从 331.9×10^4 ~ $1\ 793.3\times10^4$ hm^2。《新疆土壤地理》基于新疆境内土壤改良条件、土壤发生类型和土壤形状、土壤改良技术的难易程度对耕地土壤进行了评级，并对新疆的土地资源进行了估算：新疆平原地区的土地资源是极为丰富的，除现有耕地外，全部可垦总面积约 0.2×10^8 hm^2，其中好地和中等地约 0.11×10^8 hm^2。在土地利用率折算后，落实的可垦地总面积还有 0.1×10^8 hm^2，其中好地和中等地约 0.07×10^8 hm^2[15]。国土部门 1999 年及近期开展的两轮耕地后备资源大调查，新疆其有水源保证的耕地后备资源量为 266.67×10^4 ~ 186.67×10^4 hm^2。而基于本遥感调查系列数据（耕地等数据直接来自数据库统计，未做非耕地系数及细小地物扣除，均为毛面积），70 年代中期以来的近 40 a，新疆开垦耕地面积增加了 315.34×10^4 hm^2，2000 年以来开垦耕地面积增加了 245.03×10^4 hm^2，耕地总量接近了 900×10^4 hm^2。总体上看，新疆的耕地面积快速增长，已到了一定的规模程度。

3　新疆绿洲的动态变化

根据上述数据库，统计分析各个时期新疆绿洲总面积及其结构组份（表 5）。结果表明，新疆的绿洲面积及占全疆总面积的比率呈稳步扩大和上升趋势，由 20 世纪 70 年代中期的 8.18% 上升到 2015 年的 9.93%，增长 21.39%。各个时期绿洲中人工部分与天然部分的占比也是此长彼消，人工绿洲面积及占比逐步增大。对比 1970 年代中期及 2015 年的土地利用的地类空间变化，人工绿洲面积增加的 83.96% 来自对低覆盖度草地（51.21%）和天然绿洲（32.75%）的开发利用，即人工绿洲面积的增加超过 1/2 来自于低覆盖度草地、近 1/3 来自于天然绿洲的各地类。绿洲及人工绿洲面积的最大增加类为各类耕地面积的增加，因此绿洲面积的扩张类似于耕地空间扩张的特点（图 3）。

从近 40 a 新疆绿洲扩张来看，具有以下特点：绿洲范围内部地类相互转换、耕地与城乡居民用地填缝式增长；绿洲周边以耕地增加为主的外延式扩展；其他荒漠区域工矿用地急剧增长。

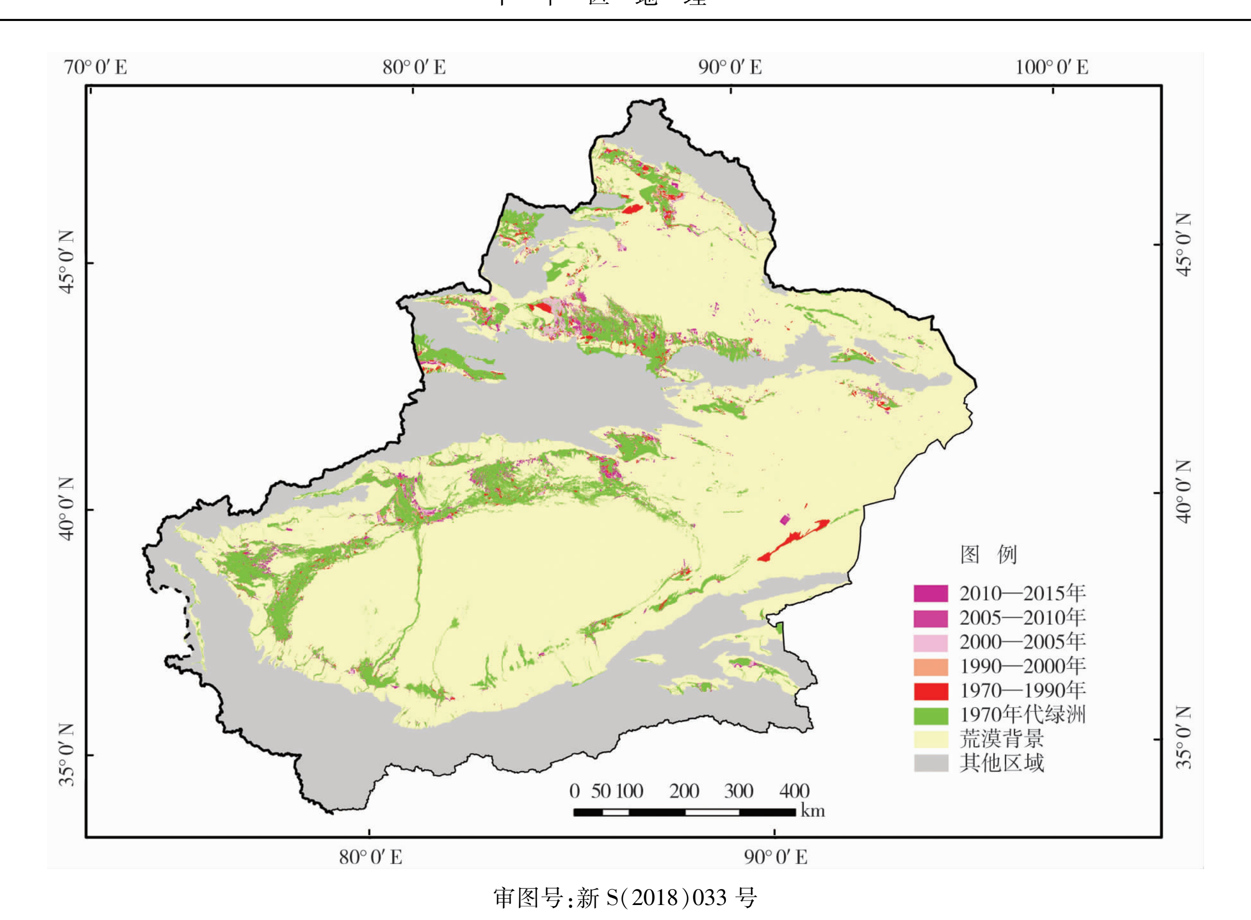
表 5　新疆不同时期绿洲面积占比及其结构变化 / %

Tab. 5　Area occupation ratio and structure change of oasis in different periods of Xinjiang / %

时期	绿洲占比	人工绿洲占比	天然绿洲占比
1970 年代中期	8.18	43.62	56.38
1990 年	8.49	42.86	57.14
2000 年	8.73	46.82	53.18
2005 年	9.19	51.00	49.00
2010 年	9.44	53.75	46.25
2015 年	9.93	57.86	42.14

4　土地利用变化的动因

土地利用变化是一个相当复杂的现象和过程，不同时期的变化的差异是由于各种影响因素的变化造成的，这些影响因素驱动着土地使用者或管理者改变土地利用和管理方式，这些因素主要可以归纳为自然因子和社会经济驱动因子，从近年来土地利用驱动力分析来看：自然因子稳定少动与发生着年



审图号:新 S(2018)033 号

图 3 新疆 1970—2015 年绿洲及其扩张

Fig. 3 Oasis expansion in Xinjiang during 1970—2015

际变动,起到基本控制的作用,包括了自然地理环境的各项要素。社会经济因子活跃而明显,起到决定性驱动作用,包括了政策、人口、社会经济、科技等要素。

新疆地处内陆干旱区,独特的山地—荒漠—绿洲结构,注定了气象因素的波动与变化对它的控制性影响,特别是通过温度、降水量等的变化影响着各类土地的时空格局。

根据新疆地区降水变化的研究成果,1961—2010 年,新疆区域年降水量呈显著增加的趋势,增加速率为 6.51% ·(10 a)$^{-1}$;1986 年以前降水量以偏少为主,1987 年以后以偏多为主,降水量明显增多;2001—2010 年比 1961—1970 年平均降水量增加了 37.9 mm,增幅为 26%。根据 1960—2005 年降水量的变化研究:从年降水量的时间变化上可见,总体上新疆地区的降水量表现为明显的上升趋势。过去 45 a(1961—2005 年)新疆的温度与降水都是增加的[16]。近 50 a 新疆气候有明显变暖的总趋势,具有明显增湿趋势[17],未来 50 ~ 70 a 气候变化最大可能的总趋势是继续缓慢增温增湿。这些都与近几十年新疆水域面积总的增加,水库、湖泊、冰川和永久积雪地面积的扩大,特别是水库和湖泊面积的扩大正面相关,并对天然及人工绿洲的扩大起到积极支撑作用。

20 世纪 90 年代中期以来,新疆的土地开发更是到了提高单产与扩大面积相结合的时期[5],国家西部大开发战略、一黑(石油)一白(棉花)战略、棉糖基地建设、促进林果业发展等战略的实施,从政策的角度鼓励了新疆土地的开发。同时随着市场经济的发展需求以及人口经济的增长,土地开垦成为一种快速有效地增收手段。近些年来伴随着土地开垦的快速推进,生态环境问题凸显,水资源利用的矛盾日益突出,致使土地开垦的政策也发生着变化,特别是开始了禁止非法打井开荒,退耕及严格控制土地开垦也已提上日程。

新疆地处内陆干旱地区,绝大多数土地耕种离不开灌溉。20 世纪 70 年代新疆开始发展节水灌溉技术,到 80 年代又引进了滴灌等技术,节水灌溉与其基础设施建设逐步推开。特别是近些年来,通过国土、水利、农业开发等部门的土地建设项目,水资

源的利用效率和农田灌溉的保障率都不断提升,农田建设标准逐步提高。据有关的调研,新疆的节水灌溉面积已过半,其中大部分农田采用了滴灌措施。新型节水灌溉、设施农业等技术的应用,土地开垦的限制因素发生着变化,以往认为不宜开垦的戈壁沙漠区域也已出现了农田,土地开垦的模式已然发生着改变,利益驱动、技术驱动已然成为一些区域开垦扩地的动因。

5　结论与展望

通过多年的不懈努力,利用“3S”技术手段,完成了多个时期新疆区域土地利用时空数据库[18],从数量上掌握了新疆近 40 a 里的土地时空变化情况与特点:新疆的土地以开垦为主,耕地面积不断扩大,增幅达 54.29%,成为新疆耕地面积急剧扩张的时期之一,也是提高单产与扩大耕地面积相结合的时期。耕地面积的大规模增加也为我国粮棉、瓜果生产以及改善当地农民收入提供了支撑。土地的开垦与撂荒成为新疆乃至我国西北干旱地区土地利用变化最重要的特征,随着科技水平的提高及经济利益的驱动,新疆地区耕地撂荒与土地开垦的比率也逐期下降,反映了土地利用效率的提高。新疆的城镇居民建设用地面积持续扩大,反映了城镇建设与发展的状况。新疆绿洲面积逐步扩大,面积占比由 8.18% 上升到 9.93%,增长了 21.39%;人工绿洲面积及占比逐步增大,目前一半以上的绿洲面积为人工绿洲,人工绿洲面积的增加超过一半来自于低覆盖度草地;绿洲面积的扩大主要源自耕地及建设用地面积的增加。

近年来,我国干旱区的土地开发建设快速发展,土地利用变化明显,各类耕地数量已达到了相当的规模,这种变化带来的生态环境影响也逐步显现,土地开发利用所产生的水文、土壤、气候、生物群落,乃至社会经济、政治等方面的影响及效应引发了相关研究活动的开展。新疆土地的大规模开发利用,在为当地人们提供丰富的物质生产、改善人居生存环境,提供更多服务功能的同时,也带来了诸多的生态环境问题。土地承载力、土地开垦规模、土地利用集约度、土地利用结构调整、退耕等问题越多地引起关注。

另一方面,土地变化可分为数量变化和质量变化,即区域、流域上因土地利用数量变化而带来的土地质量问题,包括自然环境质量、利用效率质量、经济效益质量等方面也应重视起来。国家多个部门开展了高标准的土地整理、农田水利建设、农业综合开发建设规划项目,意在提高土地建设配套标准,提高土地环境要素质量,从而提高土地生产力水平,但干旱区之间、干旱区与外部之间、新老绿洲之间依然存在着土地开发质量的差异性。因此,开展土地开发的质量监测调查与评估将是除了土地利用变化数量分析的又一个重要的方向,也将有利于干旱区土地又好又可持续地利用与发展。

参考文献(References)

[1] TURNER B L I,SKOLE D L,SANDERSON S,et al. Land-use and land-cover change:Science/research plan[J]. Global Change Report,1995,43(1995):669 - 679.

[2] 姚远,丁建丽,张芳,等. 土地利用变化的人文驱动因子对新疆生态系统服务价值的影响[J]. 水土保持通报,2013,33(5):298 - 304. [YAO Yuan,DING Jianli,ZHANG Fang,et al. Impact of human driving factors for land use change on ecosystem service values in Xinjiang Wei Autonomous Region[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation,2013,33(5):298 - 304.]

[3] TURNER B L,LAMBIN E F,REENBERG A. Emergence of land change science for global environmental change and sustainability[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences,2007,104(52):20666 - 20671.

[4] 陈曦. 中国干旱区土地利用与土地覆被变化[M]. 北京:科学出版社,2008:409 - 423. [CHEN Xi. Land use and land cover change in arid regions of China[M]. Beijing:Science Press,2008:409 - 423.]

[5] 樊自立,吴世新,吴莹,等. 新中国成立以来的新疆土地开发[J]. 自然资源学报,2013,28(5):713 - 720. [FAN Zili,WU Shixin,WU Ying,et al. The land reclamation in Xinjiang since the founding of new China[J]. Journal of Natural Resources,2013,28(5):713 - 720.]

[6] 刘纪远,匡文慧,张增祥,等. 20 世纪 80 年代末以来中国土地利用变化的基本特征与空间格局[J]. 地理学报,2014,69(1):3 - 14. [LIU Jiyuan,KUANG Wenhui,ZHANG Zengxiang,et al. Spatiotemporal characteristics,patterns and causes of land use changes in China since the late 1980s[J]. Acta Geographica Sinica,2014,69(1):3 - 14.]

[7] 张百平,张雪芹,郑度. 西北干旱区不宜作为我国耕地后备资源基地[J]. 干旱区研究,2010,27(1):1 - 5. [ZHANG Baiping,ZHANG Xueqin,ZHENG Du. Arid nrthwest China can not be regarded as the farmland reserve base[J]. Arid Zone Research,2010,27(1):1 - 5.]

[8] 胡汝骥,姜逢清,王亚俊. 中国干旱区不能成为“我国新粮仓”[J]. 干旱区研究,2010,27(2):153 - 159. [HU Ruji,JIANG Fengqing,WANG Yajun. The arid lands of China should not be taken asthe new grain output fields[J]. Arid Zone Research,2010,27(2):153 - 159.]

[9] 张百平,张雪芹,郑度. 关于严格限制西北干旱区荒地开垦的若干对策与建议[J]. 干旱区研究,2013,30(1):1 - 4.

[ZHANG Baiping, ZHANG Xueqing, ZHENG Du. Countermeasures and suggestions for wasteland reclamation prohibition in the arid land in northwest China[J]. Arid Zone Research, 2013, 30(1): 1 - 4.]
[10] 刘纪远. 中国资源环境遥感宏观调查与动态研究[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1996: 353. [LIU Jiyuan. Macro investigation and dynamic research on remote sensing of resources and environment in China[M]. Beijing: China Science and Technology Press, 1996: 353.]
[11] 陈曦, 罗格平. 干旱区绿洲生态研究及其进展[J]. 干旱区地理, 2008, 31(4): 488 - 495. [CHEN Xi, LUO Geping. Researches and progress of oasis ecology in arid areas[J]. Arid Land Geography, 2008, 31(4): 488 - 495.]
[12] 吴莹, 吴世新, 张娟, 等. 基于多重时空数据的新疆绿洲研究[J]. 干旱区地理, 2014, 37(2): 333 - 341. [WU Ying, WU Shixin, ZHANG Juan, et al. Study of Xinjiang oasis with multitude of temporal and spatial data[J]. Arid Land Geography, 2014, 37(2): 333 - 341.]
[13] 丁建丽, 张滢, 塔西甫拉提. 特依拜. 绿洲—荒漠交错带土地利用/覆盖时空变化研究[J]. 环境科学研究, 2006, 19(6): 100 - 105. [DING Jianli, ZHANG Ying, TIYIP Tashpolat. Study on the change of spatial-temporal LUCC in oasis-desert Ecotone[J]. Research of Environmental Sciences, 2006, 19(6): 100 - 105.]
[14] 吴世新, 周可法, 刘朝霞, 等. 新疆地区近 10 年来土地利用变化时空特征与动因分析[J]. 干旱区地理, 2005, 28(1): 52 - 58. [WU Shixin, ZHOU Kefa, LIU Chaoxia, et al. Study on the temporal and spatial dynamic changes of land use and driving forces analyses of Xinjiang in recent 10 years[J]. Arid Land Geography, 2005, 28(1): 52 - 58.]
[15] 中国科学院新疆综合考察队. 新疆土壤地理[M]. 北京: 科学出版社, 1965: 471. [Xinjiang Comprehensive Investigation Team of the Chinese Academy of Sciences. Soil geography in Xinjiang[M]. Beijing: Science Press, 1965: 471.]
[16] LI Qihu, CHEN Y, SHEN Y, et al. Spatial and temporal trends of climate change in Xinjiang, China[J]. Journal of Geographical Sciences, 2011, 21(6): 1007 - 1018.
[17] 胡汝骥, 樊自立, 王亚俊, 等. 近 50 a 新疆气候变化对环境影响评估[J]. 干旱区地理, 2001, 24(2): 97 - 103. [HU Ruji, FAN Zili, WANG Yajun, et al. Assessment about the impact of climate change on environment in Xinjiang since recent 50 years[J]. Arid Land Geography, 2001, 24(2): 97 - 103.]
[18] 王丹, 吴世新, 张寿雨. 新疆 20 世纪 80 年代末以来耕地与建设用地扩张分析[J]. 干旱区地理, 2017, 40(1): 188 - 196. [WANG Dan, WU Shixin, ZHANG Shouyu. Expansion of both cultivated and construction land in Xinjiang since the late 1980s[J]. Arid Land Geography, 2017, 40(1): 188 - 196.]

Dynamic changes of land use and oasis in Xinjiang in the last 40 years

HE Ke[1,2], WU Shi-xin[1], YANG Yi[1,2], WANG Dan[1,2], ZHANG Shou-yu[1,2], YIN Nan[1]

(1 *Laboratory of LUCC and Global Change, Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Science, Urumqi* 830011, *Xinjiang, China*; 2 *University of Chinese Academy of Sciences, Beijing* 100049, *China*)

Abstract: In this study, a comprehensive analysis on the dynamic change and its causes of the land use and oasis was conducted based on the spatio-temporal data of land use in Xinjiang, China obtained by using the remotely sensed data from Landsat MSS/TM/OLI and CBERS in the past 40 years from 1972 to 2015. The results indicated that the cultivation area in Xinjiang had been constantly expanding as result of land reclamation, which had reached a considerable quantity; the land reclamation and some of the cultivated land left uncultivated become the most important feature of the land use in Xinjiang and even in northwest arid area of China. The ratio of the land left uncultivated against the land reclaimed was gradually being decreased, translating into a continuously improving efficiency of land use; the construction land of urban residents has been expanded continuously. The area of oasis has gradually been expanded with its occupation rate being increased from 8.18% to 9.93%. The area of artificial oasis and its proportion have also been increased gradually. At present, more than half of the oasis area is the artificial oasis. The warm and wet climate changes, as well as the policies, population, social economy, science and technology and other factors have become the motivation of the change of land use in Xinjiang. This paper also puts forward the research on the quality change and evaluation of land development while paying attention to the change of land quantity.

Key words: land use; oasis; dynamic change; Xinjiang